

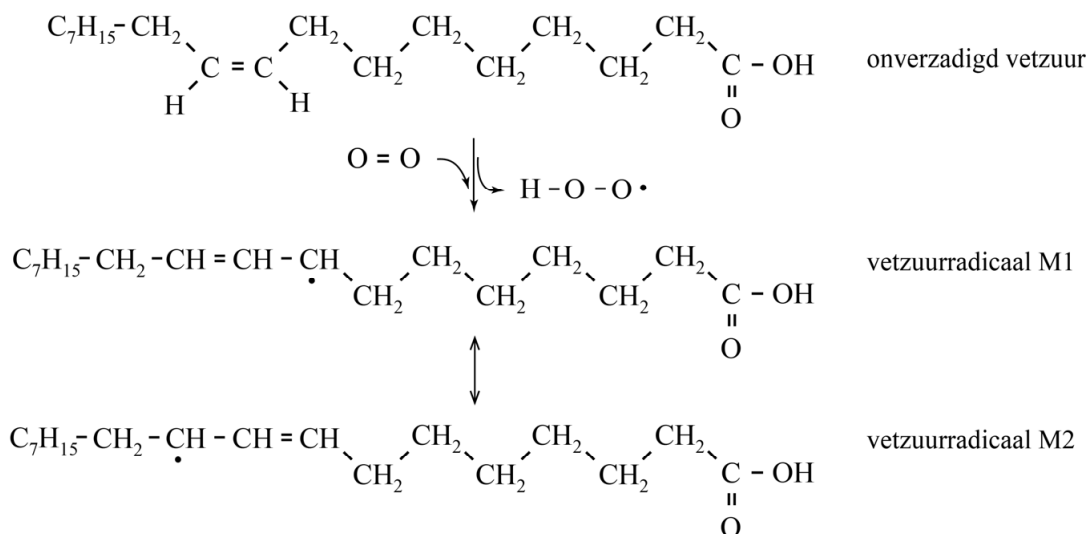
## Geld stinkt niet

Als mensen munten door hun handen laten gaan, ruiken ze een typische 'metaalgeur'. Ook ijzeren voorwerpen kunnen dit verschijnsel veroorzaken. Uit onderzoek blijkt dat deze geur wordt veroorzaakt door allerlei afbraakproducten van huidvet. Op het metaaloppervlak treedt een reeks van omzettingen op. Als eerste worden vetzuren uit het huidvet gevormd. Voor deze omzetting is, behalve huidvet, nog een beginstof nodig. Hierbij ontstaat, behalve vetzuren, nog een reactieproduct.

- 2p 7 Geef de namen van deze stoffen. Noteer je antwoord als volgt:  
naam van de beginstof: ...  
naam van het andere reactieproduct: ...

De gevormde vetzuren zijn vaak (meervoudig) onverzadigd. Deze onverzadigde vetzuren zijn gevoelig voor zogenoemde peroxidatie. In de figuur is de eerste stap van de peroxidatie van een onverzadigd vetzuur weergegeven. Uit een molecuul zuurstof en een molecuul van een onverzadigd vetzuur wordt een vetzuur-radicaal gevormd en een H-O-O• radicaal. Van het vetzuur-radicaal bestaan twee mesomere structuren, M1 en M2.

### figuur



In de volgende stap van de peroxidatie bindt het H-O-O• radicaal aan de C• in het vetzuur-radicaal, waardoor een molecuul vetzuurperoxide (R-O-O-H) wordt gevormd.

De atoomgroepen rondom de C=C binding in moleculen van onverzadigde vetzuren komen uitsluitend in de *cis*-configuratie voor.

De atoomgroepen rondom de C=C binding in vetzuurperoxidemoleculen komen zowel in de *cis*- als de *trans*-configuratie voor.

- 2p 8 Leg uit dat in vetzuurperoxidemoleculen de atoomgroepen rondom de C=C binding zowel de *cis*- als de *trans*-configuratie kunnen hebben.

De gevormde vetzuurperoxides reageren vervolgens met het uit de ijzeren voorwerpen afkomstige  $\text{Fe}^{2+}$ , waarbij veel reactieproducten ontstaan. De omzettingen beginnen met een reactie van  $\text{Fe}^{2+}$  met vetzuurperoxide. Daarbij ontstaan deeltjes met een ongepaard elektron ( $\text{R-O}\cdot$ ) en hydroxide-ionen. Deze reactie van  $\text{Fe}^{2+}$  met vetzuurperoxide is een redoxreactie, waarbij  $\text{Fe}^{3+}$  ionen ontstaan.

- 2p 9 Geef de vergelijking voor de reactie van  $\text{Fe}^{2+}$  met een vetzuurperoxide. Geef het vetzuurperoxidemolecuul weer met  $\text{R-O-O-H}$  en het vetzuur-radicaal met  $\text{R-O}\cdot$ .

Uiteindelijk ontstaat een mengsel van onder andere aldehyden en ketonen. Het zijn deze stoffen die de 'ijzergeslacht' veroorzaken. In het onderzoek werd een oppervlak van  $0,31 \text{ dm}^2$  van de huid van een proefpersoon in contact gebracht met een oplossing van  $\text{Fe}^{2+}$  ionen en werden de vluchtige verbindingen die ontstonden, verzameld en geanalyseerd. In de tabel is opgenomen hoeveel mol van een aantal stoffen bij het experiment werd verzameld en geanalyseerd. In de tabel zijn ook de zogenoemde geurdrempels van de stoffen en de molaire massa's opgenomen. De geurdrempel van een stof is het laagste gehalte waarbij een mens die stof kan ruiken.

**tabel**

	hexanal	heptanal	octanal	nonanal	decanal	oct-1- een-3-on
hoeveelheid (mol)	$73 \cdot 10^{-12}$	$48 \cdot 10^{-12}$	$234 \cdot 10^{-12}$	$407 \cdot 10^{-12}$	$140 \cdot 10^{-12}$	$24 \cdot 10^{-12}$
geurdrempel ( $\mu\text{g m}^{-3}$ )	30	250	5,8	4,5	1	0,03
molaire massa ( $\text{g mol}^{-1}$ )	100,2	114,2	128,2	142,2	156,3	126,2

- 3p 10 Bereken het volume vluchtige verbindingen in  $\text{cm}^3$  dat totaal per  $\text{dm}^2$  is ontstaan in dit onderzoek ( $T = 298 \text{ K}$ ,  $p = p_0$ ). Ga er bij de berekening van uit dat:
- 1,0% van de ontstane verbindingen wordt verzameld;
  - andere dan de in de tabel genoemde vluchtige verbindingen mogen worden verwaarloosd.
  - Het molair volume van een gas is  $2,45 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$ .

Met behulp van de gegevens uit de tabel is na te gaan welke stof de belangrijkste bijdrage levert aan de geur van het mengsel. Dat is de stof waarvan de verhouding tussen de gemeten massa en de geurdrempel het grootst is.

- 2p 11 Leg uit welke van de stoffen heptanal, nonanal of oct-1-een-3-on de grootste bijdrage aan de geur van het onderzochte mengsel levert.